

**PUB-NO: DE003806171A1**

**DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3806171 A1**

**TITLE: Thin-film magnetic head with a layered structure for longitudinal magnetisation**

**PUBN-DATE: September 7, 1989**

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
<b>DIEPERS, HEINRICH DR</b>	<b>DE</b>
<b>SCHEWE, HERBERT DR</b>	<b>DE</b>
<b>STEPHANI, DIETRICH DR</b>	<b>DE</b>

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
<b>SIEMENS AG</b>	<b>DE</b>

**APPL-NO: DE03806171**

**APPL-DATE: February 26, 1988**

**PRIORITY-DATA: DE03806171A ( February 26, 1988)**

**INT-CL (IPC): G11B005/31**

**EUR-CL (EPC): G11B005/245 ; G11B005/31**

**ABSTRACT:**

The longitudinally magnetising thin-film magnetic head with a layered structure includes a magnetisable conducting element similar to a ring head, having a first, leading magnet leg and a second, trailing magnet leg, these magnet legs forming two magnetic poles, which are separated by a gap of small width. In the case of this magnetic head, it is intended to suppress during reading an undesired reading of remains of data at the edges of a data track. For this purpose it is provided according to the invention that the magnetic pole (P2) of the second, trailing magnet leg (10) has a width (b2) transversely to the direction of movement (v) which is greater than the corresponding extent (b1) of the gap (13) formed between the magnetic poles (P1, P2) or of a corresponding gap region (29) with the small width (g). <IMAGE>

**DERWENT-ACC-NO: 1989-264791**

**DERWENT-WEEK: 198937**

**COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD**

**TITLE: Thin film magnetic head - has pair of magnetic poles  
formed that are sized to prevent unwanted reaction at  
edges of tracks**

**INVENTOR: DIEPERS, H; SCHEWE, H ; STEPHANI, D**

**PATENT-ASSIGNEE: SIEMENS AG[SIEI]**

**PRIORITY-DATA: 1988DE-3806171 (February 26, 1988)**

**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>	<b>PAGES</b>	<b>MAIN-IPC</b>
<b>DE 3806171 A</b>	<b>September 7, 1989</b>	<b>N/A</b>	<b>009</b>	<b>N/A</b>

**APPLICATION-DATA:**

<b>PUB-NO</b>	<b>APPL-DESCRIPTOR</b>	<b>APPL-NO</b>	<b>APPL-DATE</b>
<b>DE 3806171A</b>	<b>N/A</b>	<b>1988DE-3806171</b>	<b>February 26, 1988</b>

**INT-CL (IPC): G11B005/31**

**ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3806171A**

**BASIC-ABSTRACT:**

**A thin film magnetic head of the type used for longitudinal magnetic action has a substrate (3) of non magnetic material with a surface positioned a short distance (f) from the magnetic recording material. Magnetic yoke elements (9, 10) are formed from laminates and create magnetic pole elements (11, 12) that are sepd. by an air gap (B) that is filled by Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> or SiO<sub>2</sub>.**

**The central area (15) is expanded to form a location for a flat coil winding (18) that can be used as a write or read device. The head is used with relative movement (V) at right angles to the parallel gap formed between the poles (P2, P1), one which (P1) has narrower width than the other.**

**ADVANTAGE - Provides high data density rcording without distortion.**

**CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/10**

**TITLE-TERMS: THIN FILM MAGNETIC HEAD PAIR MAGNETIC POLE FORMING SIZE PREVENT  
UNWANTED REACT EDGE TRACK**

**DERWENT-CLASS: T03**

**EPI-CODES: T03-A03E;**

**SECONDARY-ACC-NO:**

**Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1989-201894**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 38 06 171.6  
②2 Anmeldetag: 26. 2. 88  
④3 Offenlegungstag: 7. 9. 89

Behörden Eigentum

DE 3806171 A1

⑦1 Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:

Diepers, Heinrich, Dr., 8552 Höchstädt, DE; Schewe,  
Herbert, Dr., 8522 Herzogenaurach, DE; Stephani,  
Dietrich, Dr., 8520 Erlangen, DE

⑥4 Dünnfilm-Magnetkopf mit schichtweisem Aufbau zur longitudinalen Magnetisierung

Der longitudinal magnetisierende Dünnfilm-Magnetkopf mit schichtweisem Aufbau enthält einen ringkopffähnlichen magnetisierbaren Leitkörper mit einem ersten, vorlaufenden und einem zweiten, nachlaufenden Magnetschenkel, wobei diese Magnetschenkel zwei Magnetpole ausbilden, welche durch einen Spalt geringer Weite getrennt sind. Bei diesem Magnetkopf soll ein unerwünschtes Mitlesen von Datenresten an den Rändern einer Datenspur unterdrückt werden. Hierzu ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Magnetpol (P2) des zweiten, nachlaufenden Magnetschenkels (10) eine Breite (b2) quer zur Bewegungsrichtung (v) hat, die größer ist als die entsprechende Ausdehnung (b1) des zwischen den Magnetpolen (P1, P2) ausgebildeten Spaltes (13) oder eines entsprechenden Spaltbereiches (29) mit der geringen Weite (g).

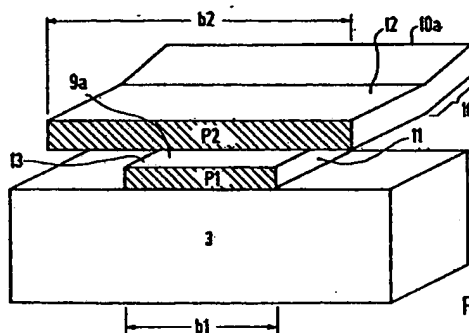


FIG 2

DE 3806171 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Dünnfilm-Magnetkopf mit schichtweisem Aufbau, der

- a) über einer Datenspur eines longitudinal (horizontal) zu magnetisierenden Aufzeichnungsmediums zu führen ist und
- b) einen den magnetischen Fluß führenden, ringkopffählichen magnetisierbaren Leitkörper mit einem ersten und einem zweiten Magnetschenkel enthält, wobei diese Magnetschenkel
  - dem Aufzeichnungsmedium zugewandte Magnetpole ausbilden, die in (relativer) Bewegungsrichtung des Magnetkopfes bezüglich des Aufzeichnungsmediums gesehen hintereinander angeordnet und durch einen Spalt geringer Weite getrennt sind und vorbestimmte Breiten quer zur Bewegungsrichtung haben, sowie
  - außerhalb des Polbereichs einen Zwischenraum begrenzen, durch welchen sich die Windungen einer Schreib- und/oder Lesespulenwicklung erstrecken.

Ein entsprechender Magnetkopf ist z.B. aus der Veröffentlichung "Siemens Forsch. — u. Entwickl.Ber." Bd 16 (1987) Nr. 4, Seiten 152 bis 155 zu entnehmen.

Das Prinzip einer longitudinalen bzw. horizontalen Magnetisierung zur Speicherung von Daten in entsprechenden, insbesondere plattenförmigen Aufzeichnungsmedien ist allgemein bekannt. Für diese Magnetisierungsart zu verwendende Dünnfilm-Magnetköpfe weisen im allgemeinen zur Führung des magnetischen Flusses einen Leitkörper aus magnetisierbarem Material auf, der mit zwei Magnetschenkeln eine Gestalt ähnlich einer Ringform hat. Diese Magnetschenkel bilden an ihren dem Aufzeichnungsmedium zugewandten Enden Magnetpole aus, die in relativer Bewegungsrichtung des Kopfes bezüglich des Aufzeichnungsmediums gesehen hintereinander angeordnet sind, wobei zwischen ihnen ein enger Spalt ausgebildet ist. Außerdem begrenzen die Magnetschenkel einen Zwischenraum, der in einem Teilbereich aufgrund einer Vergrößerung ihres gegenseitigen Abstandes entsprechend erweitert ist. Durch diesen Zwischenraum erstrecken sich die Windungen mindestens einer Schreib- und/oder Lesespulenwicklung. Einen entsprechenden Aufbau zeigt auch der aus der eingangs genannten Veröffentlichung bekannte Magnetkopf.

Die Herstellungstechnologie für bekannte longitudinal schreibende Magnetköpfe in Dünnfilmtchnik mit schrittweisem Aufbau der Schichten ihrer einzelnen Magnetschenkel und jeweils anschließender Mikrostrukturierung bringt es gegebenenfalls mit sich, daß der zuerst auf einem im allgemeinen nicht-magnetischen Substrat abgeschiedene Magnetschenkel im Bereich seines Magnetpoles eine etwas größere Breite quer zur relativen Bewegungsrichtung des Kopfes hat als der Magnetpol des später abgeschiedenen (zweiten) Magnetschenkels. Geht man von einem solchen Aufbau eines longitudinal schreibenden Magnetkopfes aus, so ist zu beobachten, daß für die Schreibfunktion im wesentlichen die Breite des schmäleren Magnetpoles des zweiten Magnetschenkels wirksam ist. Hierbei sei davon ausgegangen, daß der erste Magnetpol der in relativer Bewegungsrichtung des Kopfes gesehen vorlaufen-

de Pol ist. Demgegenüber bewirken beim Lesen die magnetischen Randfelder zwischen den beiden Magnetpolen einen flacheren Abfall des Leseprofiles zum Rand hin. Es kann deshalb auch von einem Mitlesen des rechten und linken Randbereiches des breiteren Magnetpoles, d.h. des über den schmäleren Magnetpol des zweiten Magnetschenkels seitlich hinausreichenden Randes des breiteren Magnetpoles gesprochen werden.

Für Datenspeicheranlagen mit hohen Datendichten sind Spurführungssysteme erforderlich, die ein Führen der entsprechenden Magnetköpfe über den Datenspur mit hoher Spurhaltegenauigkeit von z.B.  $\pm 1 \mu\text{m}$  gewährleisten. Entsprechende Spurführungssysteme sind z.B. als "Dedicated Servo Systems" bekannt. Man muß jedoch auch das mit entsprechenden Toleranzen auszuführende Beschreiben von Nachbarspuren berücksichtigen, so daß sich dann größere Spurführungsfehler als die genannten  $\pm 1 \mu\text{m}$  ergeben. Geht man nun von den erwähnten Magnetisierungsverhältnissen bei bekannten longitudinal schreibenden Magnetköpfen mit unterschiedlicher Breite ihrer Magnetpole aus, so hat ein Spurführungsfehler des genannten Servosystems in der angedeuteten Größenordnung zur Folge, daß nach mehrmaligem Überschreiben einer Datenspur die Seitenränder der Datenspur unsharp werden, quasi ausfransen. Im Extremfall wird sogar der vielfach auch als "Rasen" bezeichnete, z.B. 3 bis  $4 \mu\text{m}$  breite Abstandsbereich zwischen benachbarten Datenspur zumindest stellenweise vollständig überschrieben. Dies bedeutet, daß im Randbereich der Datenspur inselförmig Datenreste aus unterschiedlichen Überschreibungsläufen bestehen bleiben können, die beim Lesen dieser Spur wegen der nicht genügend unterdrückbaren Lesefähigkeit der Randbereiche des breiteren Magnetpoles des ersten Magnetschenkels zu Lesefehlern führen können.

Aufgrund dieser Schwierigkeiten sind kombinierte Magnetköpfe entwickelt worden, die beim Schreiben induktiv eine breitere Spur festlegen und beim Lesen mit einem integrierten, schmäleren magneto-resistiven Sensor eine Spur mit entsprechend geringerer Breite lesen (vgl. z.B. "Electronics", 14.5.1987, Seiten 31 und 32). Der für die Herstellung entsprechender hochkomplexer Köpfe erforderliche Aufwand ist jedoch ganz erheblich. Außerdem kann die bekannte Empfindlichkeit magneto-resistiver Köpfe gegenüber magnetischen Störfeldern zu Problemen bei der Signalverarbeitung führen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, den Dünnfilm-Magnetkopf der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten, daß die Entstehung der erwähnten inselförmigen Datenreste zumindest weitgehend vermieden oder ihr Mitlesen verhindert wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Magnetpol des zweiten, in relativer Bewegungsrichtung gesehen nachlaufenden Magnetschenkels eine Breite hat, die größer ist als die entsprechende Ausdehnung des zwischen den Magnetpolen ausgebildeten Spaltes oder eines entsprechenden Spaltbereiches mit der geringen Weite.

Die mit dieser Ausgestaltung des Dünnfilm-Magnetkopfes verbundenen Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, daß durch den ablaufenden Magnetpol eine breite Schreibspur festgelegt wird, während durch den von den beiden Magnetpolen gebildeten engen Spalt bzw. Spaltbereich eine vergleichsweise schmalere Spur gelesen wird. Folglich können Unschärfen (Ausfransungen) der Schreibspurränder aufgrund unvermeidlicher Toleranzen eines stets erforderlichen Servo-Systems zur Spurführung des Magnetkopfes keine wesentliche Be-

deutung haben, da diese Ränder beim Lesen nicht mehr miterfaßt werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Dünnschicht-Magnetkopfes gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung verwiesen. Dabei zeigt Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Magnetkopf. Aus den Fig. 2 bis 7 sind verschiedene Ausführungsformen der Polendstücke entsprechender Magnetköpfe ersichtlich. In Fig. 8 sind die Feldverhältnisse der Ausführungsform nach Fig. 2 näher veranschaulicht. In Fig. 9 ist ein Ausschnitt der in Fig. 2 gezeigten Polflächen dargestellt, während die dazugehörigen Roll-Off-Kurven aus Fig. 10 ersichtlich sind. In den Figuren sind sich entsprechende Teile mit denselben Bezugszeichen versehen.

Bei dem in Fig. 1 nur teilweise als Längsschnitt dargestellten Magnetkopf wird von an sich bekannten, ringkopffähnlichen Ausführungsformen mit schichtweisem Aufbau ausgegangen, wie sie für das Prinzip einer longitudinalen (horizontalen) Magnetisierung entwickelt worden sind (vgl. z.B. die eingangs genannte Veröffentlichung "Siemens F.- u. E.-Ber."). Mit dem allgemein mit 2 bezeichneten Magnetkopf soll sowohl eine Schreib- als auch eine Lese-Funktion nach diesem Prinzip auszuüben sein. Der Kopf befindet sich auf der rückwärtigen Flachseite eines nichtmagnetischen Substrates 3, das in bekannter Weise als aerodynamischer Flugkörper mit Flugkufen gestaltet ist. Der Magnetkopf ist über einem an sich bekannten Aufzeichnungsmedium *M* in geringer Flughöhe *f* zu führen, wobei die relative Bewegungsrichtung des Aufzeichnungsmediums bezüglich des Magnetkopfes durch eine mit *v* bezeichnete gepfeilte Linie angedeutet ist. Die sich zwischen der zu mindestens einer Flugkufe gestalteten, dem Aufzeichnungsmedium *M* zugewandten Unterseite 4 des Kopfes 2 und dem Aufzeichnungsmedium einstellende Flughöhe *f* beträgt beispielsweise nur einige Zehntel  $\mu\text{m}$ . Das Aufzeichnungsmedium *M*, insbesondere eine Magnetspeicherplatte, weist eine longitudinal (horizontal) zu magnetisierende Speicherschicht 6 auf, die beispielsweise aus einer speziellen NiCo-Legierung besteht.

Der Magnetkopf 2 enthält einen den Magnetfluß führenden, ringkopffähnlichen magnetischen Leitkörper 8 mit einem ersten Magnetschenkel 9 und einem zweiten Magnetschenkel 10, die in bekannter Weise lamelliert aus mehreren dünnen Schichten aufgebaut sein können. Diese Schenkel sind weitgehend und insbesondere mit ihrem dem Aufzeichnungsmedium *M* zugewandten, Magnetpolen *P1* bzw. *P2* ausbildenden Polendstücken 11 bzw. 12 zumindest annähernd senkrecht zur Oberfläche des Aufzeichnungsmediums ausgerichtet. Unter den Polendstücken wird dabei jeweils das Endstück eines Magnetschenkels verstanden, das zumindest weitgehend einheitliche Querausdehnung bzw. Dicke aufweist und zu dem anderen Endstück annähernd parallel verläuft. Die Polendstücke 11 und 12 bzw. deren Pole *P1* und *P2* sind durch einen Luftspalt 13 räumlich getrennt, der vorteilhaft eine geringe longitudinale, d.h. in Bewegungsrichtung *v* weisende Weite *g* von unter 1  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise unter 0,5  $\mu\text{m}$  aufweist. Dieser Luftspalt 13 ist durch eine in der Figur nur angedeutete Spaltschicht 14 z.B. aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder  $\text{SiO}_2$  ausgefüllt. In einem mittleren Bereich 15 des magnetischen Leitkörpers 8 ist der Abstand zwischen den beiden Magnetschenkeln 9 und 10 gegenüber der Spaltweite *g* erweitert, indem z.B. der hinsichtlich der Bewegungsrichtung *v* rückwärtige, d.h. nachlaufende Magnetschenkel 10 auf eine größere Wei-

te *w* bezüglich des vorlaufenden, eben ausgebildeten und dem Substrat 3 zugewandten Magnetschenkels 9 führt. Außerhalb dieses Bereiches ist auf der dem Aufzeichnungsmedium *M* abgewandten, in der Figur nicht dargestellten Seite des Magnetkopfes der Magnetschenkel 10 in bekannter Weise in einem Verbindungsbereich an den Magnetschenkel 9 angefügt, so daß sich damit die ringkopffähnliche Gestalt des Leitkörpers 8 ergibt. Durch den zwischen den beiden Magnetschenkeln 9 und 10 in dem mittleren Bereich 15 ausgebildeten Zwischenraum 17 erstreckt sich mindestens eine flache Spulenwicklung 18, die sowohl als Schreib- als auch als Lesespule dienen kann.

Die beiden Magnetschenkel 9 und 10 des Magnetkopfes 2 sind im Bereich ihrer Polendstücke 11 und 12 jeweils durch mindestens eine magnetische Schicht 9a bzw. 10a ausgebildet. Außerhalb des Bereichs dieser Polendstücke können die beiden Magnetschenkel 9 und 10 darüber hinaus noch mit mindestens einer Verstärkungsschicht 9b bzw. 10b versehen sein. Alle Schichten der Magnetschenkel bestehen vorteilhaft zumindest weitgehend aus dem gleichen Material mit einer vorbestimmten Sättigungsmagnetisierung *Ms* und einer vorbestimmten reversiblen Permeabilität  $\mu_r$ . Gegebenenfalls kann die reversible Permeabilität in einem Bereich 16, in dem der Magnetschenkel 10 von der Spaltweite *g* auf die größere Weite *w* des Zwischenraums 17 führt, herstellungsbedingt reduziert sein. Geeignete Materialien für die Schichten sind insbesondere spezielle NiFe-Legierungen wie z.B. "Permalloy". Ferner ist in der Figur noch eine isolierende äußere Schutzschicht 19 des Magnetkopfes 2, die beispielsweise aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bestehen kann, angedeutet.

Gemäß der Erfindung soll nun der nachlaufende Magnetschenkel 10 im Bereich seines Pols *P2* eine größere Breite quer zur Bewegungsrichtung *v* haben, als die entsprechende Ausdehnung des Spaltes 13 beträgt. Diese Ausbildung geht insbesondere aus der in Fig. 2 gezeigten Schrägansicht auf die Polflächen (Polspiegel) der Pole *P1* und *P2* der beiden Magnetschenkel 9 und 10 des Magnetkopfes 2 hervor. Gemäß der dargestellten speziellen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Magnetkopfes hat der dem Substrat 3 zugewandte, vorlaufende Magnetschenkel 9 eine kleinere Breite *b1*, während der durch den Spalt 13 von ihm getrennte nachlaufende Magnetschenkel 10 breiter ist und die Breite *b2* hat. Die quer zur relativen Bewegungsrichtung *v* zu messenden Breiten *b1* und *b2* werden entsprechend der Spurfolgegenauigkeit des für den Magnetkopf eingesetzten Servo-Systems so gewählt, daß der Magnetschenkel 9 die Randkurve einer aktuell geschriebenen Datenspur nicht berührt. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Breite des Luftspaltes 13 durch die entsprechende Ausdehnung *b1* des Pols *P1* festgelegt.

Weitere Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Magnetköpfen sind aus den Fig. 3 bis 7 ersichtlich, wobei jeweils eine schematische senkrechte Ansicht auf die Polflächen (Polspiegel) der Köpfe gewählt ist.

Der in Fig. 3 gezeigte Magnetkopf 20 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 2 lediglich darin, daß das Polendstück 21 seines nachlaufenden Magnetschenkels zumindest im Bereich des Magnetpols mit seinen beiden, über den Spalt 13 der Breite *b1* seitlich hinausragenden Polstückteilen 22a und 22b bis an die Oberfläche des Substrates 3 herangeführt ist.

Wie aus Fig. 4 hervorgeht, kann bei einem Magnetkopf 23 das den Magnetpol *P2* bildende Polendstück 24

seines nachlaufenden Magnetschenkels seitlich vom Bereich des Spaltes 13 auch so ausgebildet sein, daß dort seine Polstückteile 25a und 25b auf einen größeren Abstand  $a$  bezüglich des Substrates 3 führen.

Bei den Ausführungsformen gemäß den Fig. 2 bis 4 wurde davon ausgegangen, daß der Magnetpol P2 des jeweils nachlaufenden Magnetschenkels eine größere Breite  $b_2$  als der Magnetpol P1 des vorlaufenden Magnetschenkels hat, so daß die entsprechende Breite des Spaltes 13 jeweils durch die kleinere Breite  $b_1$  des Poles P1 des vorlaufenden Magnetschenkels bzw. dessen Polendstücks festgelegt wird. Ein Schreiben mit einer durch den nachlaufenden Magnetpol P2 festgelegten breiten Schreibspur und ein Lesen mit vergleichsweise schmalerer Spur durch den zwischen den beiden Magnetpolen P1 und P2 gebildeten engen Spalt 13 ist aber auch dann möglich, wenn die beiden Magnetpole etwa gleich breit ausgebildet sind, jedoch einen engeren mittleren Spaltbereich und seitlich davon demgegenüber weitere Nebenspaltbereiche bilden. Entsprechende Ausführungsformen solcher erfindungsgemäßer Magnetköpfe sind in den Fig. 5 bis 7 angedeutet:

Der in Fig. 5 gezeigte Magnetkopf 27 unterscheidet sich von dem in Fig. 4 gezeigten Magnetkopf hinsichtlich seines Aufbaus im wesentlichen nur dadurch, daß der Magnetpol P1 des eben ausgebildeten Polendstücks 28 seines vorlaufenden Magnetschenkels eine Breite  $b_1'$  hat, die zumindest annähernd gleich der Breite  $b_2$  des Pols P2 des Polendstücks 24 seines nachlaufenden Magnetschenkels ist. Wegen der auf einen größeren Abstand  $a$  bezüglich des Substrats 3 führenden Polstückteile 25a und 25b des Polendstücks 24 sind dann zwischen den Polen P1 und P2 der Polendstücke 28 und 24 ein mittlerer Spaltbereich 29 mit der geringeren Spaltweite  $g$  und seitlich davon zwei weitere Spaltbereiche 30a und 30b mit vergleichsweise größerer Spaltweite ausgebildet. Dabei ist die maximale Nebenspaltweite mit  $G$  bezeichnet. Auch bei dieser Ausführungsform des Magnetkopfes 27 ist die Lesefunktion praktisch nur auf die Breite  $b_1$  des mittleren, engen Spaltbereiches 29 beschränkt, während mit der größeren Breite  $b_2$  des Pols P2 des nachlaufenden Magnetschenkels geschrieben wird. Der mittlere Spaltbereich 29 entspricht demnach in seiner Wirkung dem Spalt 13 gemäß den Ausführungsformen nach den Fig. 1 bis 4.

Die in Fig. 6 gezeigte Ausführungsform eines Magnetkopfes 32 unterscheidet sich von dem Magnetkopf 27 nach Fig. 5 im wesentlichen nur dadurch, daß das den Pol P2 bildende Polendstück 12 seines nachlaufenden Magnetschenkels eben ausgebildet ist, während das Polendstück 34 des vorlaufenden Magnetpols P1 mit seinen über den mittleren Spaltbereich 29 seitlich hinausragenden Polstückteilen 35a und 35b in das entsprechend strukturierte Substrat 3' abgesenkt ist.

In Fig. 7 ist eine weitere Ausführungsform eines Magnetkopfes 37 mit engem mittleren Spaltbereich 29 und weiteren seitlichen Spaltbereichen 30a und 30b dargestellt. Die beiden Polendstücke 38 und 39 dieses Kopfes sind jeweils durch zwei ebene Schichten 38a, 38b bzw. 39a, 39b unterschiedlicher Breite  $b_2$  bzw.  $b_1$  ausgebildet. Dabei befindet sich zwischen den einander zugewandten Polschichten 38b und 39b mit der geringeren Breite  $b_1$  der mittlere Spaltbereich 29. Diese Ausführungsform ermöglicht vorteilhaft eine besonders scharfe Trennung von Schreibbreite  $b_2$  und Lesebreite  $b_1$  und ist außerdem mit bekannten additiven Prozessen z.B. auf galvanischem Wege leicht herstellbar.

Gemäß einem konkreten Ausführungsbeispiel des

Magnetkopfes 37 nach Fig. 7 können die in Bewegungsrichtung zu messenden Dicken der einzelnen Polschichten 38a, 38b, 39a und 39b jeweils etwa  $1,5 \mu\text{m}$  betragen. Der mittlere Spaltbereich 29 kann dabei eine Spaltweite  $g$  von etwa  $0,3 \mu\text{m}$  haben, während die die Spaltweite  $G$  der seitlichen Spaltbereiche 30a und 30b festlegenden äußeren Polschichten 38a und 39a etwa  $3,3 \mu\text{m}$  beabstanden sind.

In Fig. 8 ist ein Feldlinienverlauf des in Fig. 2 dargestellten Magnetkopfes 2 an dessen Polendstücken 11 und 12 in Schrägansicht angedeutet. Von diesen Polendstücken ist jeweils nur eine Hälfte seitlich bezüglich einer senkrecht durch die Mitte  $S$  einer Schreibspur gelegten Ebene veranschaulicht. Diese Ebene kann z.B. durch die x-y-Ebene eines rechtwinkligen x-yz-Koordinatensystems aufgespannt sein, wobei in z-Richtung die Breiten  $b_1$  und  $b_2$  der Pole P1 und P2 zu messen sind. Das von den beiden Magnetpolen P1 und P2 ausgehende Schreibfeld  $H$  ist in der Figur nur durch einige wenige Feldlinien angedeutet. Ein von diesem Feld in einer longitudinal zu magnetisierenden Speicherschicht hervorgerufenen Schreibprofil ist durch die Bedingung  $H_x = H_c$  an der Oberfläche der Speicherschicht gegeben.

$H_x$  ist dabei die in x-Richtung weisende Feldkomponente des Schreibfeldes, während  $H_c$  die Koerzitivfeldstärke des Materials der Speicherschicht bedeutet. Vorteilhaft ist ein geradliniger Verlauf des Schreibprofils in z-Richtung, wie in Fig. 8 skizziert.

Die in den Figuren gezeigten erfindungsgemäßen Magnetköpfe ermöglichen es besonders einfach, durch geeignete Wahl eines Schreibstromes das gewünschte  $H_c$ -Profil zu erzeugen und damit eine Speicherschicht eines entsprechenden Aufzeichnungsmediums zu beschreiben.

Ein entsprechendes  $H_c$ -Profil ist in Fig. 9 eingetragen. Für diese Figur ist eine Ansicht auf die Polflächen eines Magnetkopfes 32 gewählt, wie er aus Fig. 6 hervorgeht. Dabei ist in Fig. 9 nur eine Hälfte bezüglich einer Spurmitte  $S$  dargestellt. Das im Bereich des nachlaufenden Magnetpols P2 erzeugte  $H_c$ -Profil ist durch eine mit  $H_c$  bezeichnete Linie angedeutet. Wird nun mit einem derartigen Magnetkopf geschrieben, so werden in der Nähe des mittleren engen Spaltes 29 liegende Teile der die Pole P1 und P2 ausbildenden Polendstücke 34 und 12 in die Sättigung getrieben. Dies bedeutet, daß auch eine Erhöhung des Schreibstromes praktisch keine Auswirkung auf das Schreibprofil  $H_x = H_c$  hat. Dagegen sind die den Nebenspalt 30b bildenden Bereiche von P1 und P2 nicht gesättigt, so daß das Schreibprofil durch den Schreibstrom in gewünschter Weise gesteuert werden kann.

Fig. 10 zeigt ein Diagramm, in dem die Roll-Off-Kurven des Magnetkopfes nach Fig. 9 in entsprechendem Maßstab in z-Richtung eingetragen sind. Diese Kurven geben in willkürlichen Einheiten die Lesespannung  $V$  in Abhängigkeit von der Flußwechseldichte  $D$  für den mittleren Spaltbereich 29 (Kurve I) und für den seitlichen Spaltbereich 30b bzw. Nebenspalt (Kurve II) an.

Die von dem Nebenspalt erzeugte unerwünschte Lesespannung (Kurve II) ist proportional zur Weite  $g$  des mittleren Spaltbereiches 29, wobei der Frequenzgang im wesentlichen durch die Ausdehnung  $G$  des seitlichen Spaltbereiches 30b bestimmt wird. Die Breite und Weite des Nebenspaltes sind daher so festzulegen, daß in einem benutzten Aufzeichnungsbereich von einer minimalen Flußwechseldichte  $D_1$  bis zu einer maximalen Flußwechseldichte  $D_2$  die vom Nebenspalt erzeugte Lesespannung im Hinblick auf eine sogenannte "Peak-

Shift" vernachlässigbar ist. Wie aus Fig. 10 ersichtlich, ist dies einfach möglich, da die Lesespannung des Nebenspaltes (Kurve II) nur bei niedrigen Bitdichten einen Beitrag liefert. In diesem Bereich ist aber eine wesentliche Ursache der sogenannte "Bitshift", nämlich die sogenannte "Intersymbolic Interference" vernachlässigbar.

Bei der Festlegung der Polbreiten  $P1$  und  $P2$  muß außerdem selbstverständlich beachtet werden, daß die Schreib- und Lesebreiten eines erfindungsgemäßen Magnetkopfes von der Frequenz bzw. Flußwechseldichte abhängen.

Gemäß den dargestellten Ausführungsbeispielen von erfindungsgemäßen Magnetköpfen wurde davon ausgegangen, daß der erste, vorlaufende Magnetschenkel höchstens teilweise versenkt in dem Substrat 3 bzw. 3' angeordnet ist (vgl. Fig. 6). Selbstverständlich ist es auch möglich, dessen Polendstück oder den gesamten Magnetschenkel in dem Substrat zu versenken, so daß seine den Spalt 13 bzw. den mittleren Spaltbereich 29 begrenzenden Teile bündig mit der Oberfläche des Substrates abschließen.

Ferner ist es bei den erfindungsgemäßen Magnetköpfen zwar vorteilhaft, wenn man zumindest das Polendstück eines Magnetschenkels eben gestaltet. Gegebenenfalls ist es jedoch auch möglich, beide Polendstücke so zu strukturieren, daß sie gemeinsam in den seitlichen Spaltbereichen 30a und 30b auf die größere Spaltweite  $G$  führen. D.h., bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform wäre in diesem Fall das den Magnetpol  $P1$  bildende Polendstück entsprechend dem Teil 34 nach Fig. 6 gestaltet.

#### Patentansprüche

##### 1. Dünnfilm-Magnetkopf mit schichtweisem Aufbau, der

- a) über einer Datenspur eines longitudinal (horizontal) zu magnetisierenden Aufzeichnungsmediums zu führen ist und
- b) einen den magnetischen Fluß führenden, ringkopffähnlichen magnetisierbaren Leitkörper mit einem ersten und einem zweiten Magnetschenkel enthält,

wobei diese Magnetschenkel

- dem Aufzeichnungsmedium zugewandte Magnetpole ausbilden, die in (relativer) Bewegungsrichtung des Magnetkopfes bezüglich des Aufzeichnungsmediums gesehen hintereinander angeordnet und durch einen Spalt geringer Weite getrennt sind und vorbestimmte Breiten quer zur Bewegungsrichtung haben, sowie

- außerhalb des Polbereichs einen Zwischenraum begrenzen, durch welchen sich die Windungen einer Schreib- und/oder Lesespulenwicklung erstrecken,

dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetpol ( $P2$ ) des zweiten, in relativer Bewegungsrichtung ( $v$ ) gesehen nachlaufenden Magnetschenkels (10) eine Breite ( $b2$ ) hat, die größer ist als die entsprechende Ausdehnung ( $b1$ ) des zwischen den Magnetpolen ( $P1$ ,  $P2$ ) ausgebildeten Spaltes (13) oder eines entsprechenden Spaltbereiches (29) mit der geringen Weite ( $g$ ).

2. Magnetkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetpol ( $P1$ ) des ersten Magnetschenkels (9) eine Breite ( $b1$ ) hat, die kleiner

als die Breite ( $b2$ ) des Magnetpols ( $P2$ ) des zweiten Magnetschenkels (10) ist und die Breite des Spaltes (13) festlegt.

3. Magnetkopf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Magnetschenkel (10) einen seinen Magnetpol ( $P2$ ) bildendes Polendstück (12) enthält, das eben ausgebildet ist.

4. Magnetkopf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Magnetschenkel ein seinen Magnetpol ( $P2$ ) bildendes Polendstück (21) enthält, das über den Bereich des Spaltes (13) seitlich hinausragende Polstückteile (22a, 22b) aufweist, die bis an das Substrat (3) heranreichend ausgebildet sind (vgl. Fig. 3).

5. Magnetkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Magnetschenkel (10) ein seinen Magnetpol ( $P2$ ) bildendes Polendstück (24) enthält, das über den Bereich des Spaltes (13) seitlich hinausragende Polstückteile (25a, 25b) aufweist, die vom Bereich des Spaltes (13) mit der geringen Spaltweite ( $g$ ) auf einen größeren Abstand ( $a$ ) bezüglich des Substrates (3) führend ausgebildet sind (vgl. Fig. 4).

6. Magnetkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetpole ( $P1$ ,  $P2$ ) zumindest annähernd gleiche Breite ( $b1$ ,  $b2$ ) haben und daß die Magnetschenkel diese Magnetpole ( $P1$ ,  $P2$ ) bildende Polendstücke (28, 34, 38 bzw. 24, 12, 39) aufweisen, die so gestaltet sind, daß zwischen den beiden Magnetpolen ( $P1$ ,  $P2$ )

- ein mittlerer Spaltbereich (29) mit der geringen Spaltweite ( $g$ ) und gegenüber der Breite ( $b1$ ,  $b2$ ) der Magnetpole ( $P1$ ,  $P2$ ) geringerer Breite ( $b1$ ) sowie
- seitlich an den mittleren Spaltbereich (29) angrenzende seitliche Spaltbereiche (30a, 30b) mit vergleichsweise größerer Spaltweite ( $G$ )

ausgebildet sind.

7. Magnetkopf nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Polendstück (12, 28) des einen Magnetschenkels eben ausgebildet ist, während das Polendstück (24, 34) des anderen Magnetschenkels Polstückteile (25a, 25b bzw. 35a, 35b) enthält, die in den seitlichen Spaltbereichen (30a, 30b) von der geringen Spaltweite ( $g$ ) auf die größere Spaltweite ( $G$ ) führend ausgebildet sind (vgl. Fig. 5 und 6).

8. Magnetkopf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Magnetschenkel das Polendstück (34) mit den auf die größere Spaltweite ( $G$ ) führenden Polstückteilen (35a, 35b) aufweist und daß diese Polstückteile (35a, 35b) zumindest zum Teil in dem Substrat (3') versenkt angeordnet sind (vgl. Fig. 6).

9. Magnetkopf nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Polendstücke (38, 39) der beiden Magnetschenkel jeweils eine Schicht (38a, 39a) mit der Breite ( $b1$ ,  $b2$ ) der Magnetpole ( $P1$ ,  $P2$ ) und eine Schicht (38b, 39b) mit der vergleichsweise geringeren Breite ( $b1$ ) enthalten, wobei zwischen den einander zugewandten Schichten (38b, 39b) mit der geringeren Breite ( $b1$ ) der mittlere Spaltbereich (29) ausgebildet ist (vgl. Fig. 7).

10. Magnetkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die geringe Spaltweite ( $g$ ) des Spaltes (13) bzw. des mittleren Spaltbereiches (29) unter  $1\text{ }\mu\text{m}$ , vorzugsweise unter  $0,5\text{ }\mu\text{m}$  liegt.



- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1/4

17

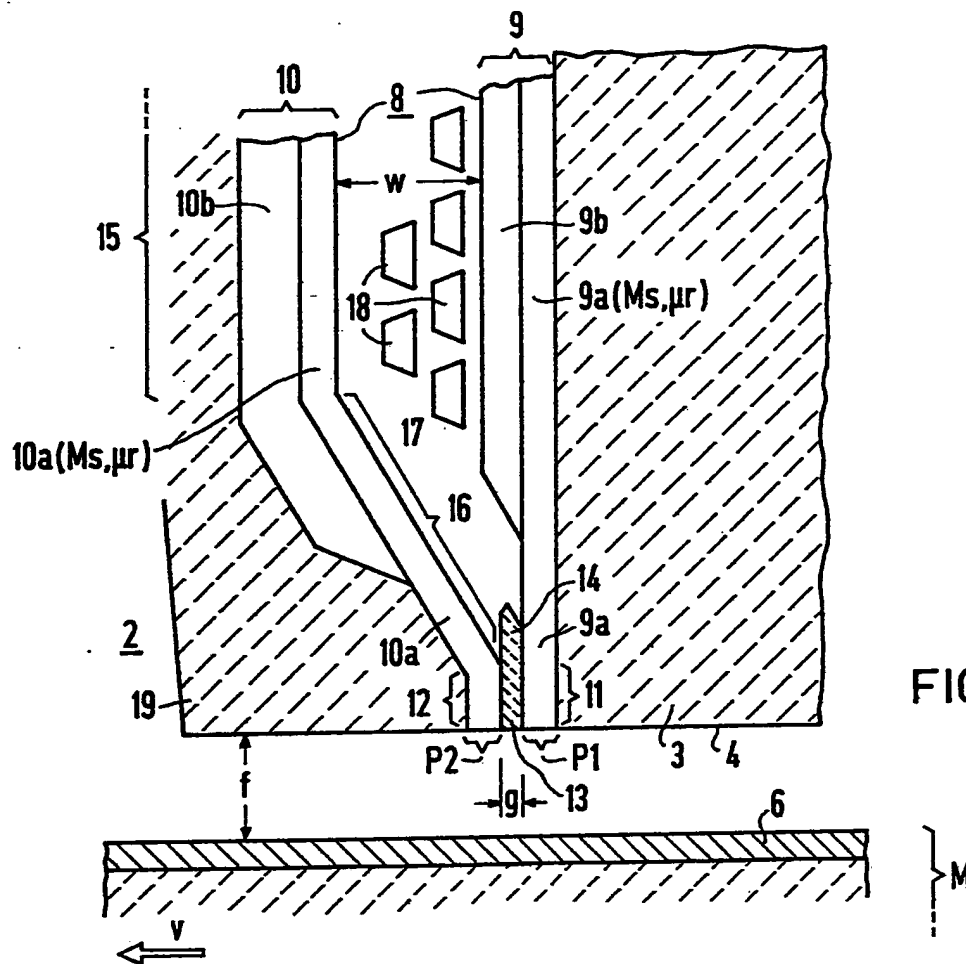


FIG 1

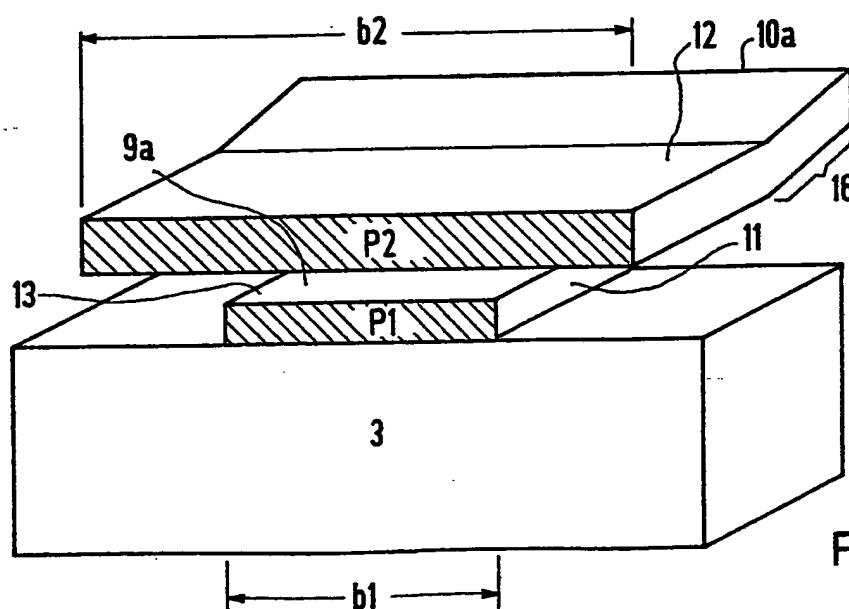


FIG 2

908 836/227

2/4

3806171

18

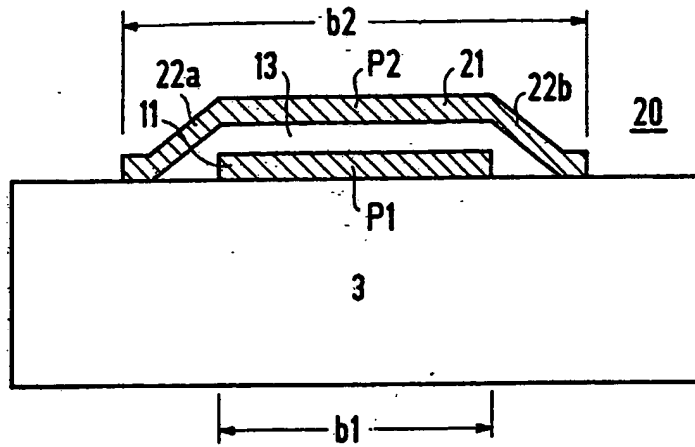


FIG 3

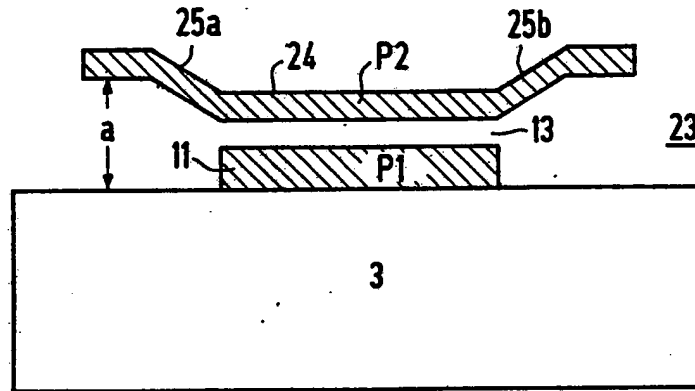


FIG 4

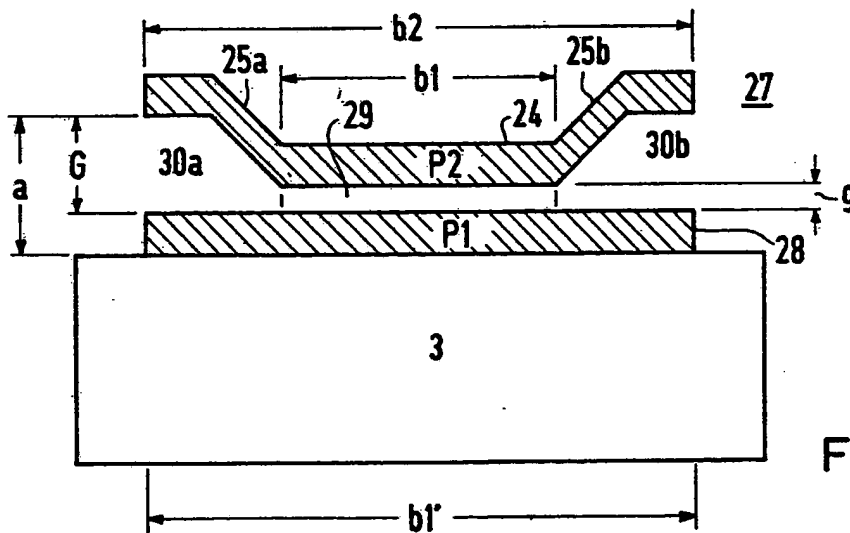


FIG 5

3/4

3806171

19

